

EP04/50617

27 APR 2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 27 057.4

**Anmeldetag:** 16. Juni 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zum zeitlichen Stauchen oder  
Strecken, Verfahren und Folge von Abtastwerten

**IPC:** G 06 F 17/17

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. Februar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Zitzenzier

## Beschreibung

Vorrichtung zum zeitlichen Stauchen oder Strecken, Verfahren und Folge von Abtastwerten

5

Die Vorrichtung enthält einen Eingangsspeicher, in dem zu bearbeitende Abtastwerte gespeichert werden, und eine Steuereinheit, die abhängig von einem Umsetzfaktor ein zeitliches Strecken oder ein zeitliches Stauchen der Folge von Abtastwerten zyklisch steuert.

10

Eine solche Vorrichtung ist bspw. aus de 100 06 245 A1 bekannt. Neben den dort genannten Umsetzverfahren zur Zeitskalierung sind in den letzten 50 Jahren noch zahlreiche andere 15 Verfahren vorgeschlagen worden. Hinsichtlich eines Kompromisses von benötigter Rechenleistung und erreichter Qualität sind aber nur die wenigsten dieser Verfahren zufriedenstellend. Insbesondere sind Verfahren mit Fouriertransformation oder mit Berechnung von Kreuzkorrelationen zu rechenintensiv. 20 Andere Verfahren sind zwar einfach, führen jedoch zu hörbaren Artefakten.

30

Mit Zeitskala-Umsetzeinrichtungen können Audiodaten so umgesetzt werden, dass sich die Zeitdauer des durch die Audiodaten repräsentierten Audiosignals unter weitgehender Beibehaltung seiner Tonhöhe ändert. Viele Verfahren zur Zeitskala-Umsetzung führen zuerst eine Analyse der Audiodaten zur Festlegung von Parametern durch. Erst nach der Analyse beginnt die Bearbeitung. Die Analyse wird in einem Zeitfenster durchgeführt, dessen Breite sich an den Eigenschaften des menschlichen Hörens und sogar an den Eigenschaften der Sprache orientiert, d.h. in einem Zeitfenster in der Größenordnung einiger hundertstel Sekunden, beispielsweise in einem Zeitfenster zwischen 20 und 40 ms (Millisekunden), insbesondere von 30 35 ms. Durch die Analyse wird der umzusetzende Audiostrom zusätzlich verzögert, so dass die Sprachqualität, insbesondere hinsichtlich des Entstehens von hörbaren Echos, vermindert

setzte Folge von Abtastwerten oder eine aus der versetzten Folge mit Hilfe der Filtereinheit erzeugte gefilterte ver- setzte Folge zusammenführt.

5 Außerdem enthält bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Arbeitszyklus eine vorgegebene Anzahl von Arbeitsschritten zur Bearbeitung einer Teilfolge der Folge von Abtastwerten. Damit muss die Länge eines Arbeitszyklus nicht ständig neu festgelegt werden.

10

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kommt also ohne Analysefens- ter aus und ist damit für alle Anwendungen von Umsetzeinrich- tungen geeignet, insbesondere für Echtzeitanwendungen, wie die Echtzeitkommunikation. Insbesondere ist die Vorrichtung 15 für die Synchronisation der Abtastrate der Audiodaten von pa- ketorientierten Endeinrichtungen geeignet, z.B. von Internet- Endeinrichtungen, die gemäß Internet Protokoll arbeiten.

15

Bei anderen Weiterbildungen enthält die Vorrichtung nur Koeffi- 20 zientenvorgabeeinheiten, Multipliziereinheiten und Verzöge- rungseinheiten, d.h. nur wenige verschiedene Einheiten, die sich schaltungstechnisch oder softwaretechnisch auf einfache Art und Weise realisieren lassen.

Bei weiteren Weiterbildungen der Vorrichtung wird die Sprach- qualität weiter erhöht, durch:

30

- Einbeziehung weiterer Koeffizientenfunktionen, Hilfs- funktionen und zusätzlicher Verzögerungseinheiten, oder durch
- Einbeziehung eines Allpasses.

35

Bei einer nächsten Weiterbildung ist die Vorrichtung als rei- ne elektronische Schaltung ohne Prozessor aufgebaut. Die Be- arbeitungszeiten sind in diesem Fall verglichen mit den Bear- beitungszeiten bei Einbeziehung eines Prozessors sehr kurz. Alternativ wird jedoch ein Prozessor verwendet, um den schal- tungstechnischen Aufwand zu verringern.

+32767. Der Eingang 12 führt zu einer Filtereinheit 14, die für die Eingangswerte oder für zeitversetzte Eingangswerte Filterfunktionen gemäß vorgegebener Koeffizienten ausführt. Die Koeffizienten ändern sich zeitabhängig, so dass eine 5 zeitvariante Filterung vorliegt.

Der Filtereinheit 14 ist eine Überlapp- und Addiereinheit 16 nachgeschaltet, die zwei von der Filtereinheit 14 ausgegebene Folgen aus Abtastwerten zusammenführt, wie unten noch näher 10 erläutert wird. Die Überlapp- und Addiereinheit gibt eine Ergebnisfolge an einem Ausgang 18 aus.

Die Umsetzeinrichtung 10 enthält außerdem eine Steuereinheit 15 20, die abhängig von einem Umsetzfaktor N und einem Auswahl- signal die Filtereinheit und die Überlapp- und Addiereinheit so ansteuert, dass die Folge von Abtastwerten am Ausgang 18 zeitlich gestreckt oder zeitlich gestaucht im Vergleich zu der Folge am Eingang 12 ist. N ist dabei eine natürliche Zahl.

20

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Filtereinheit der Überlapp- und Addiereinheit nachgeschaltet, so dass erst eine unverzögerte und eine verzögerte Folge überlappt werden. Erst nach dem Überlappen werden durch das Überlappen erzeugte Artefakte wieder beseitigt, bspw. mit einer geeigneten Fensterfunktion oder mit einem zeitvarianten Dämpfungsglied.

Figur 2 zeigt eine Umsetzeinrichtung 100, die eine Speicherseinheit 102 enthält, z.B. einen RAM-Speicher (Random Access Memory) oder einen FIFO-Speicher (First In First Out). In der Speichereinheit 102 ist eine Eingangsspeicher 104 enthalten, in dem ankommende Abtastwerte zwischengespeichert 30 werden.

35 Die Umsetzeinrichtung 100 enthält weiterhin eine Verzögerungseinheit 106, die bezogen auf einen in einem Arbeitsschritt s bearbeiteten Abtastwert einen Abtastwert aus der

cken zunächst konstant den Wert 0. Erst im letzten Abschnitt steigt die Koeffizientenfunktion C2a streng monoton, z.B. wie dargestellt gemäß einer Funktion, die einer Sigmoidfunktion ähnelt, oder auch linear.

5

Die bedeutet, dass im ersten Abschnitt eines Arbeitszyklus M beim Strecken die unverzögerte Folge von Abtastwerten ausgegeben wird. Im letzten Abschnitt wird dann auf Grund der Koeffizientenverläufe allmählich umgeschaltet auf die verzögerte Folge. Der allmähliche Übergang erstreckt sich über mehrere Arbeitsschritte s, insbesondere über mehr als 100 Arbeitsschritte s und weniger als 800 Arbeitsschritte s. Allgemeiner ausgedrückt, liegt der Übergang in einem Abschnitt, der mehr als fünf Prozent und weniger als fünfzig Prozent der Arbeitsschritte eines Arbeitszyklus enthält. Letztlich wird zum Strecken damit ein "Echo" angefügt, dass jedoch auf Grund des allmählichen Übergangs, auf Grund der kurzen Zeitspanne, die die Abtastwerte eines Arbeitszyklus M enthalten, und auf Grund der moderaten Streckfaktoren nicht bzw. kaum hörbar ist. Im Ausführungsbeispiel umfasst ein Arbeitszyklus bezogen auf die bearbeiteten Werte mehr als 200 ms (Millisekunden) und weniger als 1000 ms. Es wird maximal um 10 Prozent gestreckt. Somit werden mindestens sechs Sprachgrundeinheiten von jeweils etwa 30 ms in einem Arbeitszyklus M bearbeitet.

10

15

20

30

35

Der Verlauf der Koeffizientenfunktionen C1a und C2a für das Stauchen ist im unteren Teil der Figur 2 dargestellt. Die Werte der Koeffizientenfunktionen C1a und C2a liegen wieder zwischen 0 und 1. Zunächst hat der Koeffizient C2a konstant den Wert 1. Erst im letzten Abschnitt, genauer im letzten Drittel, eines Arbeitszyklus M fällt die Koeffizientenfunktion C2a streng monoton, z.B. wie dargestellt gemäß einer Funktion, die der Sigmoidfunktion ähnelt, oder auch linear. Dagegen hat der Koeffizient C1a beim Stauchen zunächst konstant den Wert 0. Erst im letzten Abschnitt steigt die Koeffizientenfunktion C1a streng monoton, z.B. wie dargestellt gemäß

mit einer Koeffizientenvorgabeeinheit verknüpft, die Koeffizienten gemäß einer Koeffizientenfunktion  $C3b$  vorgibt, deren Verlauf unten näher erläutert wird.

5 Der Eingang der Addiereinheit 212 ist sowohl mit den Ausgängen der Multipliziereinheiten 208 und 208 als auch mit dem Ausgang der Multipliziereinheit 211 verknüpft. Am Ausgang der Addiereinheit 212 wird die gestreckte oder die gestauchte Folge aus Abtastwerten ausgegeben.

10

Der Verlauf der Koeffizientenfunktion  $C1b$  und zweier Hilfsfunktionen  $C2c$  und  $C3c$  ist im mittleren Teil der Figur 3 für das Strecken und im unteren Teil der Figur 3 für das Stauchen dargestellt. Der Verlauf der Koeffizientenfunktion  $C1b$  entspricht dem Verlauf der Koeffizientenfunktion  $C1a$ , siehe Erläuterungen zu Figur 2. Der Verlauf der Hilfsfunktion  $C2c$  entspricht für das Strecken und für das Stauchen jeweils dem Verlauf der Koeffizientenfunktion  $C2a$  für das Strecken und für das Stauchen, siehe Erläuterungen zu Figur 2. Die Hilfsfunktion  $C3c$  hat in den ersten zwei Dritteln eines Arbeitszyklus  $M$  den Wert 0. Im letzten Drittel steigt die Hilfsfunktion  $C3c$  streng monoton auf einen Maximalwert von etwa 0,3 an, um dann wieder streng monoton auf den Wert 0 zu fallen. Die Hilfsfunktion  $C3c$  hat ihr Maximum in einem Arbeitsschritt  $s$ , in welchem die Koeffizientenfunktion  $C1b$  den gleichen Wert wie die Hilfsfunktion  $C2c$  hat.

Für die Koeffizientenfunktionen  $C2b$  und  $C3b$  gilt:

$$C2b = C2c - C3c * C1b,$$

30  $C3b = - C2c * C3c.$

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel gelten auch die folgenden Beziehungen:

$$(C1b)^2 + (C2b)^2 = 1.$$

35  $(C1b) + (C2b) + (C3b) = 1,$

wodurch die Signalleistung von Sprachsignalen und Musiksignalen im Mittel im wesentlichen unverändert bleibt und bestimmt

von dem Bezugszeichen in Figur 2 der Wert 200 addiert worden ist. Jedoch werden an Stelle der Koeffizientenfunktionen C1a und C2a Koeffizientenfunktionen C1d und C3d verwendet, deren Verlauf unten näher erläutert wird.

5 Im Unterschied zur Umsetzeinrichtung 100 enthält die Umsetzeinrichtung 300 zusätzlich die Allpasseinheit 320. Die Allpasseinheit 320 enthält eine Filtereinheit 322 und eine Verzögerungseinheit 324, die um N-Schritte verzögert. Die Allpasseinheit 320 hat die folgende Übertragungsfunktion:

$$10 \quad H = (z^{-N} + \gamma) / (1 + \gamma * z^{-N}),$$

wobei H die Übertragungsfunktion ist und  $\gamma$  eine Verzögerung bestimmt, und  $\gamma$  insbesondere den Wert 0,5 oder einen Wert größer als 0,5 hat.

15 Der Eingang der Allpasseinheit 320 ist mit dem Ausgang des Eingangsspeichers 304 verknüpft. Der Ausgang der Allpasseinheit 320 führt zu dem einen Eingang einer Multipliziereinheit 311. Der andere Eingang der Multipliziereinheit 311 ist mit dem Ausgang einer Koeffizientenvorgabeeinheit verknüpft, die 20 je Arbeitsschritt s Koeffizienten gemäß einer Koeffizientenvorgabefunktion C2d vorgibt, deren Verlauf unten für die beiden Betriebsarten "Strecken" und "Stauchen" noch näher erläutert wird.

Der Ausgang der Multipliziereinheit 311 führt zu einem Eingang der Addiereinheit 312. Die anderen Eingänge der Addiereinheit 312 sind mit dem Ausgängen der Multipliziereinheiten 308 und 310 verknüpft.

30 Die Werte der Koeffizientenfunktionen C1d, C2d und C3d liegen zwischen 0 und 1. Für die Koeffizientenfunktionen C1d bis C3d gilt:  
 $C1d + C2d + C3d = 1.$   
 wodurch bestimmte Töne ebenfalls unverändert bleiben, z.B.  
 35 Töne mit einer Kreisfrequenz von  $2 \pi k/N$ , wobei  $\pi$  die Zahl  $\pi$  und  $k$  eine natürliche Zahl sind.

die Dämpfung. Außerdem wird eine Frequenzlücke L1 bzw. L2 kleiner, die für die Kurve K1 bzw. K2 gilt.

5 Kurven K3 und K4 gelten für die Umsetzeinrichtung 300 mit einem  $\gamma$ -Wert von 0,5 bzw. 0,75. Mit zunehmendem  $\gamma$ -Wert verringert sich die Frequenzlücke weiter.

10 Der Umsetzfaktor N, der die Anzahl von Verzögerungen vorgibt, wird beispielsweise abhängig vom Füllstand des Eingangsspeichers 104, 204 oder 304 vorgegeben. Gleiches gilt für die Entscheidung, ob gestreckt oder gestaucht werden soll. Leert sich bspw. der Eingangsspeicher zu schnell muss gestreckt werden. Desto schneller sich der Eingangsspeicher leert, desto schneller muss gestreckt werden, d.h. N wird vergrößert.

15

20 Für alle erläuterten Ausführungsbeispiele gilt, dass die Erfindung Eigenschaften des menschlichen Hörens nutzt, wonach spezielle Arten von Artefakten nicht oder nur geringfügig wahrgenommen werden können, insbesondere Artefakte die durch die oben erläuterten Überlappungsverfahren entstehen. Das Verfahren arbeitet im Zeitbereich an Hand eines festen Zeitrasters, welches die Audiodaten in Zeitsegmente aufteilt, bspw. in Zeitsegmente von 200 ms. Zur Umsetzung der Zeitskala wird innerhalb des Zeitsegments in einem Abschnitt mit definierter Länge, bspw. von 30 ms, der ursprüngliche Audiostrom mit einer verzögerten Version seiner selbst überlappt und addiert. Dies erfolgt auf Grund der gewählten Koeffizienten so, dass keine Unstetigkeiten entstehen. Die Verzögerung ist proportional dem Umsetzfaktor und entspricht der Verzögerung zwischen dem Audiostrom am Eingang und am Ausgang der Zeitskala Umsetzeinrichtung. Die Verzögerung liegt bspw. zwischen 0 ms und 20 ms bei einem Umsetzfaktor von 0 Prozent bis 10 Prozent im Sinne von Zeitkompression bzw. Zeitexpansion.

30 Die Wahl des genannten Zeitrasters bzw. Zeitsegmentabschnitts trägt ebenfalls zur Verringerung der Wahrnehmbarkeit der entstehenden Artefakte bei.

35

lus M Abschnitte mit konstanten Koeffizientenfunktionen und konstanten Hilfsfunktionen liegen.

Bei alternativen Ausführungsbeispielen gemäß Figur 4 gibt es neben den zwei Überlapp- und Addierabschnitten mit sich ändernden Koeffizientenfunktionen und Hilfsfunktionen zwei konstante Abschnitte. Jeder Abschnitt ist bspw. ein Vier-tel eines Arbeitszyklus M lang. Alternativ lassen sich auch Abschnitte mit untereinander verschiedenen Längen einsetzen. Werden die Überlapp- und Addierabschnitten mit Ü und die konstanten Abschnitte mit K abgekürzt, so gibt es bspw. die folgenden Abschnittsfolgen je Arbeitszyklus M:

Ü - K - Ü - K, oder

K - Ü - K - Ü,

wobei die zeitliche Reihenfolge der in Figur 4 dargestellten Abschnitte beim Stauchen bzw. Strecken erhalten bleibt.

beitsschritt (s) einen Grundwert gemäß einer Grundfunktion (C1a) vorgibt,

eine Zusatzvorgabeeinheit, die je Arbeitsschritt (s) einen Zusatzwert gemäß einer Zusatzfunktion (C2a) vorgibt,

5 eine in der Filtereinheit (14) enthaltene Grund-Multiziereinheit (108), die eingangsseitig mit dem Ausgang der Grundvorgabeeinheit und dem Ausgang des Eingangsspeichers (104) verknüpft ist und die je Arbeitsschritt (s) ein Produkt aus den eingangsseitig anliegenden Werten bildet,

10 eine in der Filtereinheit (14) enthaltene Zusatz-Multipliziereinheit (110), die eingangsseitig mit dem Ausgang der Zusatzvorgabeeinheit und dem Ausgang der Versatzeinheit (106) verknüpft ist und die je Arbeitsschritt (s) ein Produkt aus den eingangsseitig anliegenden Werten bildet,

15 und durch eine in der Zusammenführeinheit (16) enthaltene Addiereinheit (112), die eingangsseitig mit den Ausgängen der Multipliziereinheiten (108, 110) verknüpft ist und die je Arbeitsschritt (s) die Summe der eingangsseitig anliegenden Produkte bildet.

20

4. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3, dadurch gekennzeichnet, dass die bearbeiteten Teilfolgen alle Abtastwerte der Abtastfolge enthalten oder mehr als fünfundachtzig Prozent aller Abtastwerte, wobei vorzugsweise eine Teilfolge ein Signal enthält, das länger als 150 Millisekunden oder länger als 200 Millisekunden ist.

5. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundfunktion (C1a) und die Zusatzfunktion (C2a) in der Mitte eines Arbeitszyklus (M) konstant sind,

30 und/oder dass vorzugsweise die Grundfunktion (C1a) und die Zusatzfunktion (C2a) am Anfang oder am Ende eines Arbeitszyklus (M) konstant sind,

35 und/oder dass vorzugsweise bei Arbeitsschritten (s) mit unveränderter Grundfunktion (C1a) und mit unveränderter Zusatz-

Grundfunktion (C1b) \* Grundfunktion (C1b) + Hilfsfunktion (C2c) \* Hilfsfunktion (C2c) = 1,

wobei vorzugsweise bezüglich einer weiteren Hilfsfunktion (C3c) gilt:

5 Zusatzfunktion (C2b) = Hilfsfunktion (C2b) - weitere Hilfsfunktion (C3c) \* Grundfunktion (C1b), und  
 weitere Zusatzfunktion (C3b) = - Hilfsfunktion (C2c) \* weitere Hilfsfunktion (C3c),  
 und wobei vorzugsweise die weitere Hilfsfunktion (C3c) ein  
 10 Maximum am Schnittpunkt der Grundfunktion (C1b) und der Hilfsfunktion (C2c) hat.

9. Vorrichtung (100) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatz-Bearbeitungseinheit  
 15 (32) einen Allpass enthält, vorzugsweise einen Allpass mit der folgenden Übertragungsfunktion:

$$H = (z^{-N} + \gamma) / (1 + \gamma * z^{-N}),$$

wobei H die Übertragungsfunktion ist und  $\gamma$  eine Verzögerung bestimmt, und  $\gamma$  insbesondere den Wert 0,5 oder einen Wert

20 größer als 0,5 hat,  
 und wobei vorzugsweise gilt:  
 Grundfunktion (C1d) + Zusatzfunktion (C2d) + weitere Zusatzfunktion (C3d) = 1.

10. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einheiten (106 bis 112) elektronische Schaltungen ohne Prozessor enthalten,

30 oder dass die Vorrichtung (100) mindestens einen Prozessor enthält, der bei der Abarbeitung der Befehle eines Programms die Funktionen mindestens einer Einheit (106 bis 112) erbringt,  
 und/oder dass die Folge von Abtastwerten ein Audiosignal ent-  
 hält, insbesondere ein Sprachsignal und/oder ein Musiksignal  
 35 und/oder eine Mehrfrequenztonwählsignal,

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusammenführen (16, 112) ohne vorhergehende Analyse der Folge von Abtastwerten ausgeführt wird, insbesondere ohne Berechnung einer Kreuzkorrelationsfunktion.

14. Folge von Abtastwerten, dadurch gekennzeichnet, dass die Folge mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13 erzeugt worden ist.

## Bezugszeichenliste

- 10 Umsetzeinrichtung
- 12 Eingang
- 5 14 Filtereinheit
- 16 Überlapp- und Addiereinheit
- 18 Ausgang
- 20 Steuereinheit
- 22 Eingabeparameter
- 10 100, 200, 300 Umsetzeinrichtung
- 102, 202, 302 Speichereinheit
- 104, 204, 304 Eingangsspeicher
- 106, 206, 306 Verzögerungseinheit
- 207 Verzögerungseinheit
- 15 108, 208, 308 Multipliziereinheit
- 110, 210, 310 Multipliziereinheit
- 211, 311 Multipliziereinheit
- 112, 212, 312 Addiereinheit
- 320 Allpasseinheit
- 20 322 Filtereinheit
- 324 Verzögerungseinheit
- s Arbeitsschritt
- C1a, C2a Koeffizientenfunktion
- C1b, C2b, C3b Koeffizientenfunktion
- C2c, C3c Hilfsfunktion
- C1d, C2d, C3d Koeffizientenfunktion
- K1 bis K4 Kurve
- L1, L2 Frequenzlücke
- 400 x-Achse
- 30 402 y-Achse
- N Umsetzfaktor

FIG 3

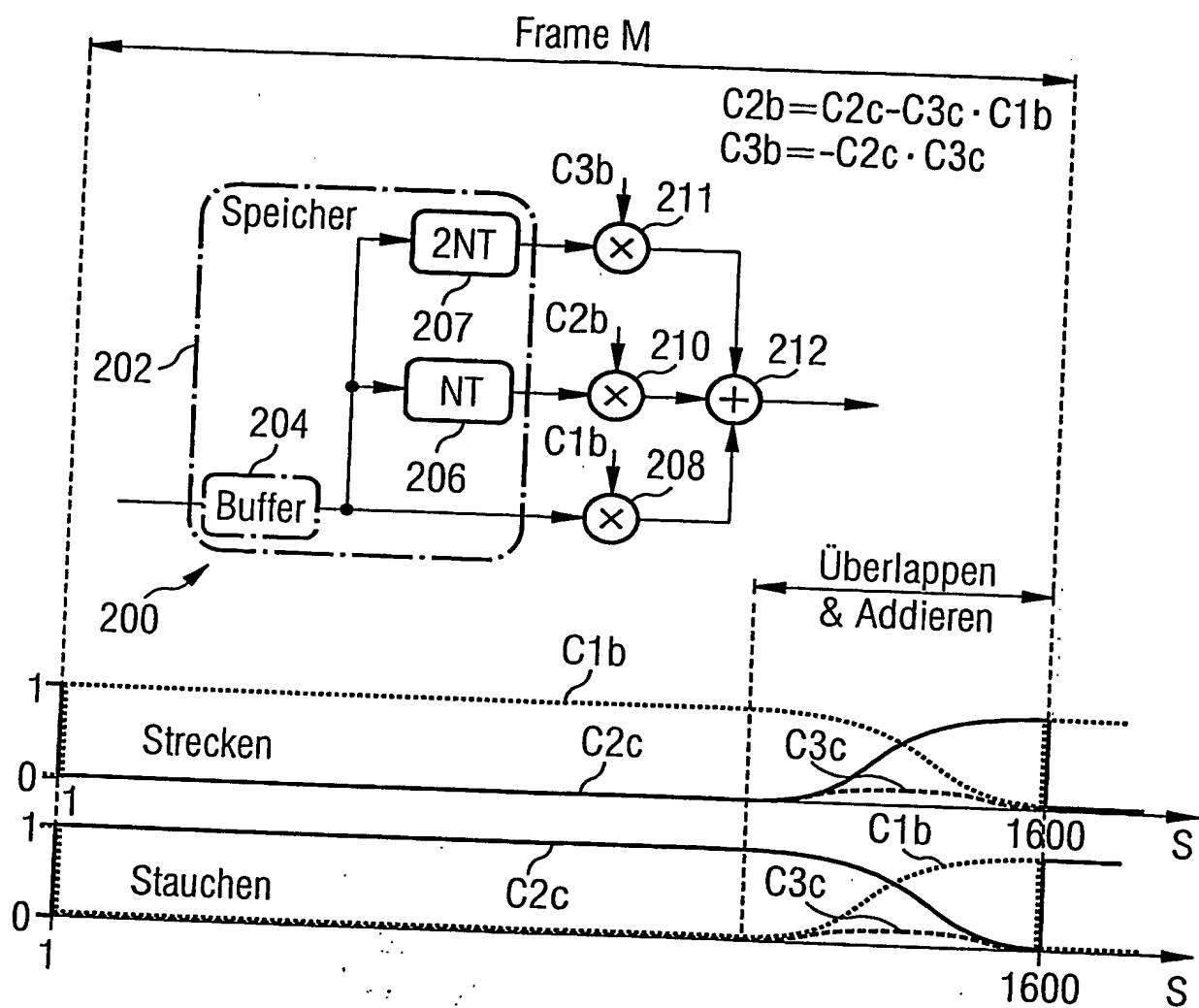


FIG 5

